Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности

ИНФОМАЙН
исследовательская группа

www.infomine.ru

Обзор рынка технического углерода в России и СНГ

6 издание

Москва
май, 2022

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: http://www.infomine.ru/research/9/317

Общее количество страниц: 155 стр.

Стоимость отчета различных комплектаций поставки:
1. Базовая - файл формата PDF - 72 тыс.рублей
2. Расширенная - файлы формата PDF + Word - 78 тыс.рублей
3. Пользовательская - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel - 84 тыс.рублей
4. Представительская - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании - 89 тыс.рублей
5. Максимальная - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании + презентация, изготовленная на основании данных отчета в .ppt - 109 тыс.рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустранимых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.
Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. Инфомайн не проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению и изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации.
Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (http://www.prommar.ru) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация **10**

Введение **12**

I. Технология производства технического углерода и используемое в промышленности сырье **13**
I.1. Технология производства технического углерода **13**
I.2. Сырье для производства технического углерода **18**
I.2.1. Типы сырья для производства технического углерода 18
I.2.2. Российские производители сырья для получения технического углерода и структура его поставок внутри РФ 21
I.2.3. Зарубежные поставщики сырья для получения технического углерода 29
I.2.4. Структура использования различных видов сырья российскими производителями технического углерода 32

II. Производство технического углерода в странах СНГ в 1995-2021 гг. **36**
II.1. Качество выпускаемой продукции **36**
II.2. Объемы производства технического углерода в СНГ в 1995-2021 гг. **43**
II.3. Основные предприятия-производители технического углерода в России **46**
II.4. Текущее состояние крупнейших производителей технического углерода в России **48**
II.4.1. ГК ООО «Омсктехуглерод» (Омск, Волгоград) *48*
II.4.2. ОАО «Ярославский технический углерод» (Ярославль) *65*
II.4.3. АО «Нижнекамсктехуглерод» (Нижнекамск, Респ. Татарстан) *74*
II.5. Производители технического углерода на Украине и в Туркменистане **80**

III. Экспорт-импорт технического углерода в 1995-2021 гг. **84**
III.1. Объем экспорта-импорта технического углерода в РФ в 1995-2021 гг. **84**
III.2. Тенденции и особенности экспортно-импортных поставок технического углерода в РФ в 1995-2021 гг. **86**
III.3. Основные направления экспортно-импортных поставок технического **91**
III.3.1. Основные направления экспортных поставок технического углерода России *91*
III.3.2. Основные направления импортных поставок технического углерода в Россию в 2000-2021 гг. *93*
III.4. Экспорт-импорт технического углерода в Украине в 1995-2021 гг. **95**
III.4.1. Объем экспорта-импорта технического углерода в Украине в 1995-2021 гг. *95*
III.4.2. Основные направления экспортных поставок украинского технического углерода в 2005-2021 гг. *98*

III.4.3. Основные направления импортных поставок технического углерода на Украину в 2007-2021 гг. *100*
III.5. Экспорт-импорт технического углерода в прочих странах СНГ в 2017-2021 гг. **101**

IV. Обзор цен на технический углерод в 1999-2021 гг. **102**
IV.1. Внутренние цены на технический углерод в России в 1999-2021 гг. **102**
IV.2. Динамика экспортно-импортных цен в России в 2001-2021т гг. **103**
IV.2.1. Динамика экспортных цен в России в 2001-2021 гг. *103*
IV.2.2. Динамика импортных цен в России в 2001-2021 гг. *106*
IV.3. Динамика экспортно-импортных цен на Украине в 2005-2021 гг. **108**
IV.3.1. Динамика экспортных цен на Украине в 2005-2021 гг. *108*
IV.3.2. Динамика импортных цен на Украине в 2005-2021 гг. *110*

V. Потребление технического углерода в странах СНГ в 1995-2021 гг. **111**
V.1. Баланс потребления технического углерода в России в 1995-2021 гг. 111
V.2. Структура потребления технического углерода в России в 2006-2021 гг. 114
V.3. Основные отрасли - потребители технического углерода в России 116
V.3.1. Производство шин *116*
V.3.2. Производство резинотехнических изделий *122*
V.4. Основные предприятия - потребители технического углерода в России 124
V.5. Текущее состояние основных потребителей техуглерода в России 127
V.5.1. АО «Кордиант» (ОАО «СИБУР-Русские шины») *127*
V.5.2. ОАО «Татнефть» *138*
V.6. Баланс потребления технического углерода на Украине в 1995-2021 гг. 145
V.7. Основные отрасли промышленности Украины и предприятия, использующие технический углерод 147

VI. Прогноз развития рынка технического углерода в РФ на период до 2030 г. **150**

Приложение 1. Адресная книга производителей технического углерода в России **153**
Приложение 2. Адресная книга потребителей технического углерода в России **154**

Список таблиц

Таблица 1. Компоненты нефтехимического сырья для производства технического углерода
Таблица 2. Нормативные документы, регламентирующие качество компонентов нефтяного сырья для производства техуглерода
Таблица 3. Компоненты коксохимического и композиционного сырья для производства технического углерода
Таблица 4. Требования к качеству сырья для техуглерода (согласно ГОСТ 11126-88)
Таблица 5. Направления и объемы внутренних поставок нефтяного сырья для производства технического углерода в РФ в 2012-2021 гг., тыс. т
Таблица 6. Направления и объемы внутренних поставок пиролизного сырья для производства технического углерода в РФ в 2012-2021 гг., тыс. т
Таблица 7. Направления и объемы внутренних поставок коксохимического и композиционного сырья для производства технического углерода в РФ в 2012-2021 г., тыс. т
Таблица 8. Зарубежные поставщики сырья для производства технического углерода в РФ в 2005-2021 гг., тыс. т
Таблица 9. Суммарное потребление сырья для производства техуглерода в РФ в 2014-2021 гг., тыс. т
Таблица 10. Типы и объемы сырья, используемого отечественными производителями технического углерода в 2013-2021 гг., тыс. т
Таблица 11. Производители технического углерода в СНГ, их мощности и типы используемого сырья
Таблица 12. Марки технического углерода (согласно ГОСТ 7885-86)
Таблица 13. Требования к качеству технического углерода (согласно ГОСТ 7885-86)
Таблица 14. Требования к качеству технического углерода (согласно международному стандарту ASTM D 1765)
Таблица 15. Требования к качеству электропроводного техуглерода (согласно ТУ 38 10001-94 изм. 1, 2 и ТУ 38 10002-02)
Таблица 16. Описание и области применения различных марок технического углерода
Таблица 17. Марки технического углерода, выпускаемые предприятиями СНГ
Таблица 18. Динамика производства технического углерода в странах СНГ в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 19. Производство технического углерода российскими предприятиями в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 20. Производственные мощности ГК ООО «Омсктехуглерод» в 2012-2021 гг., тыс. т/г
Таблица 21. Поставщики сырья для производства технического углерода в ООО «Омсктехуглерод» в 2009-2021 гг., тыс. т

Таблица 22. Поставщики сырья для производства технического углерода в Волгоградский ФЛ ООО «Омсктехуглерод» в 2009-2021 гг., тыс. т
Таблица 23. Основные направления экспортных поставок техуглерода ГК ООО «Омсктехуглерод» в 2005-2021 гг., тыс. т
Таблица 24. Крупнейшие российские потребители технического углерода Омского филиала ООО «Омсктехуглерод» в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 25. Крупнейшие российские потребители технического углерода Волгоградского филиала ООО «Омсктехуглерод» в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 26. Поставщики сырья для производства технического углерод в ОАО «Ярославский завод техуглерода» в 2009-2021 гг., тыс. т
Таблица 27. Основные направления экспортных поставок технического углерода ОАО «Ярославский техуглерод» в 2001-2021 гг., тыс. т
Таблица 28. Крупнейшие российские потребители технического углерода ОАО «Ярославский техуглерод» в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 29. Поставщики сырья для производства технического углерода в АО «Нижнекамсктехуглерод» в 2009-2021 гг., тыс. т
Таблица 30. Крупнейшие российские потребители технического углерода АО «Нижнекамсктехуглерод» в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 31. Основные направления экспортных поставок технического углерода АО «Нижнекамсктехуглерод» в 2001-2021 гг., тыс. т
Таблица 32. Производство технического углерода на Украине в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 33. Внешняя торговля техническим углеродом в РФ в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 34. Экспорт технического углерода российскими предприятиями в 2000-2021 гг., тыс. т
Таблица 35. Основные направления поставок российского технического углерода в 1999-2021 гг., тыс. т
Таблица 36. Основные направления импортных поставок технического углерода в Россию в 2000-2021 гг., тыс. т
Таблица 37. Внешняя торговля техническим углеродом в Украине в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 38. Географическая структура экспорта технического углерода Украиной в 2005-2021 гг., тыс. т
Таблица 39. Географическая структура украинского импорта технического углерода в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 40: Экспорта технического углерода Белоруссией в 2017-2021 гг., тыс. т
Таблица 41: Импорт технического углерода Узбекистаном в 2017-2021 гг., тыс. т
Таблица 42. Экспортные цены на российский технический углерод для стран-импортеров в 2001-2021 гг., $/т
Таблица 43. Импортные цены на поступающий в РФ технический углерод в 2001-2021 гг., $/т

Таблица 44. Экспортные цены на украинский технический углерод в 2005-2021 гг., $/т
Таблица 45. Баланс потребления технического углерода в России в 1995-2021 гг., тыс. т
Таблица 46. Доли потребления технического углерода по отраслям применения в России в 2006-2021 гг., %
Таблица 47. Динамика производства шин в России в 1997-2021 гг., млн шт.
Таблица 48. Производство шин российскими предприятиями в 2007-2021 гг., млн штук
Таблица 49. Крупнейшие российские потребители технического углерода в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 50. Поставщики технического углерода в ПАО «Омскшина» в 2002-2021 гг., тыс. т
Таблица 51. Финансовые показатели хозяйственной деятельности ПАО «Омскшина» в 2005-2021 гг., млн руб.
Таблица 52. Производство шин в ПАО «Ярославский шинный завод» в 2005-2021 гг., млн шт.
Таблица 53. Поставщики технического углерода в ПАО «Ярославский шинный завод» в 2007-2021 гг., тыс. т
Таблица 54. Финансовые показатели хозяйственной деятельности ПАО «Ярославский шинный завод» в 2005-2021 гг., млн руб.
Таблица 55. Поставщики технического углерода ПАО «Нижнекамскшина» в 2002-2021 гг., тыс. т
Таблица 56. Финансовые показатели хозяйственной деятельности ПАО «Нижнекамскшина» в 2005-2021 гг., млн руб.
Таблица 57. Баланс производства и потребления технического углерода на Украине в 1995-2021 гг., тыс. т

Список рисунков

Рисунок 1. Технологическая схема установки получения технического углерода термическим разложением углеводородов
Рисунок 2. Соотношение типов жидкого сырья для производства технического углерода в РФ в 2013-2021 гг., %
Рисунок 3. Динамика производства технического углерода в России, на Украине и в СНГ в целом в 1995-2021 гг., тыс. т
Рисунок 4. Доли стран СНГ в выпуске технического углерода в 1995-2021 гг., %
Рисунок 5. Динамика производства технического углерода на российских предприятиях ГК ООО «Омсктехуглерод» в 1995-2021 гг., тыс. т
Рисунок 6. Динамика экспортных поставок технического углерода (тыс. т) и доля экспорта (%) в производстве ГК ООО «Омсктехуглерод» в 2005-2021 гг.
Рисунок 7. Динамика производства (тыс. т) и доля (%) ОАО «Ярославский техуглерод» в общем объеме выработки технического углерода в РФ в 1995-2021 гг.
Рисунок 8. Динамика экспортных поставок технического углерода (тыс. т) и доля экспорта в производстве (%) ОАО «Ярославский техуглерод» в 2001-2021 гг.
Рисунок 9. Динамика производства (тыс. т) и доля (%) АО «Нижнекамсктехуглерод» в общем объеме выработки технического углерода в РФ в 1995-2021 гг.
Рисунок 10. Динамика и доля экспорта технического углерода в общем объеме его производства в РФ в 1995-2021 гг., тыс. т, %
Рисунок 11. Доля экспортируемого технического углерода в объеме его выпуска российскими производителями в 2008-2021 гг., %
Рисунок 12. Доля крупнейших стран-потребителей российского технического углерода в структуре его экспорта в 2012-2021 гг., %
Рисунок 13. Динамика внешнеторговых операций с техническим углеродом в Украине в 1995-2021 гг., тыс. т
Рисунок 14. Доля крупнейших стран-потребителей украинского технического углерода в структуре его экспорта в 2008-2020 гг., %
Рисунок 15. Динамика цен российских производителей на технический углерод на внутреннем рынке РФ в 1999-2021 гг., руб./т без НДС
Рисунок 16. Среднегодовая цена экспорта российского технического углерода в 2001-2021 гг., $/т
Рисунок 17. Среднегодовая цена экспорта российского технического углерода в 2011-2021 гг., тыс. руб./т
Рисунок 18. Среднегодовая цена экспорта украинского технического углерода в 2005-2021 гг., $/т
Рисунок 19. Импортные цены на поступающий на Украину технический углерод в 2005-2021 гг., $/т
Рисунок 20. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления технического углерода в России в 1995-2021 гг., тыс. т

Рисунок 21. Структура потребления технического углерода в России в 2021 г. (330 тыс. т),%
Рисунок 22. Динамика производства шин в ПАО «Омскшина» в 1997-2021 гг., млн шт.
Рисунок 23. Динамика производства шин в ПАО «Нижнекамскшина» в 1997-2021 гг., млн шт.
Рисунок 24. Динамика производства шин (млн шт.) и доля экспорта (%) в объеме производства в ПАО «Нижнекамскшина» в 2001-2021 гг.
Рисунок 25. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления технического углерода на Украине в 1995-2021 гг., тыс. т
Рисунок 26. Динамика производства шин на Украине в 2003-2021 гг., млн шт.
Рисунок 27. Прогноз развития производства технического углерода в РФ на период до 2030 г., тыс. т
Рисунок 28. Прогноз внутреннего потребления технического углерода в РФ на период до 2030 г., тыс. т

Аннотация

Настоящий отчет является **шестым изданием** исследования рынка технического углерода в странах СНГ.

Мониторинг рынка ведется **с сентября 2006 года**.

Цель исследования – анализ рынка технического углерода – российского и стран СНГ.

Объект исследования – технический углерод.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, статистики железнодорожных перевозок РФ, Государственной таможенной службы Украины; отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов производителей технического углерода.

Хронологические рамки исследования: 1995-2021 гг.; прогноз – 2022-2030 гг.

География исследования: Российская Федерация, Украина – комплексный подробный анализ рынка; Туркменистан – общие сведения о динамике рынка.

Отчет состоит из 6 частей, содержит **155** страниц, в том числе **28** рисунков, **57** таблиц и **2** приложения.

В **первой главе** отчета представлены данные о технологиях производства технического углерода и используемом сырье.

Во **второй главе** отчета приведены сведения об объемах производства технического углерода в России и странах СНГ, требования к качеству технического углерода различных марок, охарактеризовано текущее состояние крупнейших производителей.

В **третьей главе** отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с техническим углеродом в РФ и на Украине (1995-2021 гг.).

Четвертая глава содержит обзор цен на технический углерод в России и на Украине (1999-2022 гг.).

В **пятой главе** отчета рассматривается потребление технического углерода в России и на Украине. В данном разделе приведен баланс производства-потребления этой продукции, отраслевая структура потребления, основные потребители, а также текущее состояние и перспективы развития крупнейших предприятий-потребителей.

В **шестой главе** отчета приводится прогноз развития российского рынка технического углероды на период до 2030 г.

В **приложениях** приведена адресная и контактная информация основных предприятий, выпускающих и потребляющих технический углерод в странах СНГ.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка технического углерода – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке технического углерода.

Введение

Технический углерод – высокодисперсный продукт термического или термоокислительного разложения углеводородов, получается из природных и промышленных газов, а также из нефтяных и каменноугольных масел. Плотность вещества составляет 1,76-1,95 г/см^3. Согласно химическому составу, продукт состоит главным образом из углерода, доля которого составляет не менее 90%, а также содержит до 5% хемосорбированного кислорода, до 1,1% серы, до 0,8% водорода и до 0,45% минеральных примесей. При этом кислород находится преимущественно на поверхности частиц, входя в состав функциональных групп (COOH, C=O и др.), связанных с углеродным скелетом сажи. Прочие примеси равномерно распределены в объеме частиц технического углерода.

Дисперсные единицы технического углерода (первичные агрегаты) представляют собой единую «параграфитовую структуру» сферических частиц, включающую углеродные полимерные соли различной степени упорядоченности (от двухмерных полициклических образований до относительно крупных графитоподобных кристаллов).

К числу основных характеристик технического углерода, определяемых качеством перерабатываемого сырья и способом получения продукта, относится размер частиц, средний диаметр которых составляет 10-50 нм, удельная адсорбционная поверхность (10-1000 м^2/г), а также структурность (объем пустот в первичных агрегатах), которая оценивается по абсорбции дибутилфталата и изменяется в диапазоне 20-400 см^3/100 г.

Технический углерод применяется в качестве усиливающего компонента в производстве резин и пластических масс. Около 77% всего выпускаемого техуглерода используется в производстве шин, 11% – в производстве резинотехнических изделий. Остальное количество находит применение в качестве чёрного пигмента; замедлителя «старения» пластмасс; компонента, придающего пластмассам специальные свойства (электропроводные, способность поглощать ультрафиолетовое излучение, излучение радаров), а также техуглерод используется в производстве электроугольных изделий (например, электродов) и гальванических элементов.

I. Технология производства технического углерода и используемое в промышленности сырье

I.1. Технология производства технического углерода

Существует несколько промышленных способов получения технического углерода. В основе всех лежит термическое (пиролиз) или термоокислительное разложение жидких или газообразных углеводородов. В зависимости от применяемого сырья и метода его разложения различают:

печной – непрерывный процесс, осуществляемый в закрытых цилиндрических проточных реакторах. Жидкое углеводородное сырьё впрыскивается механическими или пневматическими форсунками в поток газов полного сгорания топлива (природный газ, дизельное топливо), причём расходы всех материальных потоков поддерживаются на заданном уровне. Полученную реакционную смесь для прекращения реакций газификации охлаждают, впрыскивая в поток воду. Техуглерод выделяют из отходящего газа и гранулируют;

ламповый – непрерывный процесс, осуществляемый в специальных проточных реакторах. Жидкое углеводородное сырьё испаряется за счёт подвода теплоты к чаше, в которой оно находится. Пары сырья увлекают внутрь реактора наружный воздух через кольцевой зазор между приёмным зонтом реактора и чашей для сырья. Материальные потоки контролируются лишь частично. Реакционный канал в хвостовой части реактора охлаждается через стенку водой. Техуглерод выделяют из отходящего газа и упаковывают;

термический – процесс осуществляется в парных реакторах объёмного типа, работающих попеременно. В один из реакторов подают газ (природный, ацетилен) в смеси с воздухом, который, сгорая, нагревает футеровку реактора. В это время во второй, предварительно нагретый реактор, подают только газ (без воздуха), в ходе протекания реакции футеровка остывает, подачу газа переводят в подготовленный реактор, а остывший разогревают, как описано выше;

канальный – периодический процесс, осуществляемый в специальных камерах периодического действия, в полу которых установлены щелевые (канальные) горелки. Пламя сгорающего сырья (природный газ) на выходе из горелок сталкивается с охлаждаемым водой металлическим жёлобом, процесс окисления прекращается с выделением техуглерода, который собирается внутри камеры. Полученный продукт периодически выгружают вручную.

Технологическая схема производства технического углерода термическим разложением и гранулирования «мокрым» способом

Процесс предназначен для получения технического углерода марок ПМ-50, ПМ-75 и ПМ-100 путем ***термического разложения углеводородов*** при неполном турбулентном горении. Эти марки технического углерода в основном применяют при изготовлении шин и резиновых технических изделий.

В качестве сырья используют смеси жидких продуктов нефтяного (51% об.) и каменноугольного (49% об.) происхождения. Из продуктов нефтепереработки наиболее широко применяют термогазойль, зеленое масло, экстракты газойлей каталитического крекинга, а из продуктов коксохимии – антраценовое масло, хризеновую фракцию и пековый дистиллят. Сырье представляет собой углеводородные фракции, выкипающие при температуре выше 200°С и содержащие значительное количество ароматических углеводородов (60-90% масс.). Применяемое сырье в соответствии с требованиями стандартов контролируется по следующим показателям: плотность, индекс корреляции, показатель преломления, вязкость, содержание серы, влаги и механических примесей, коксуемость.

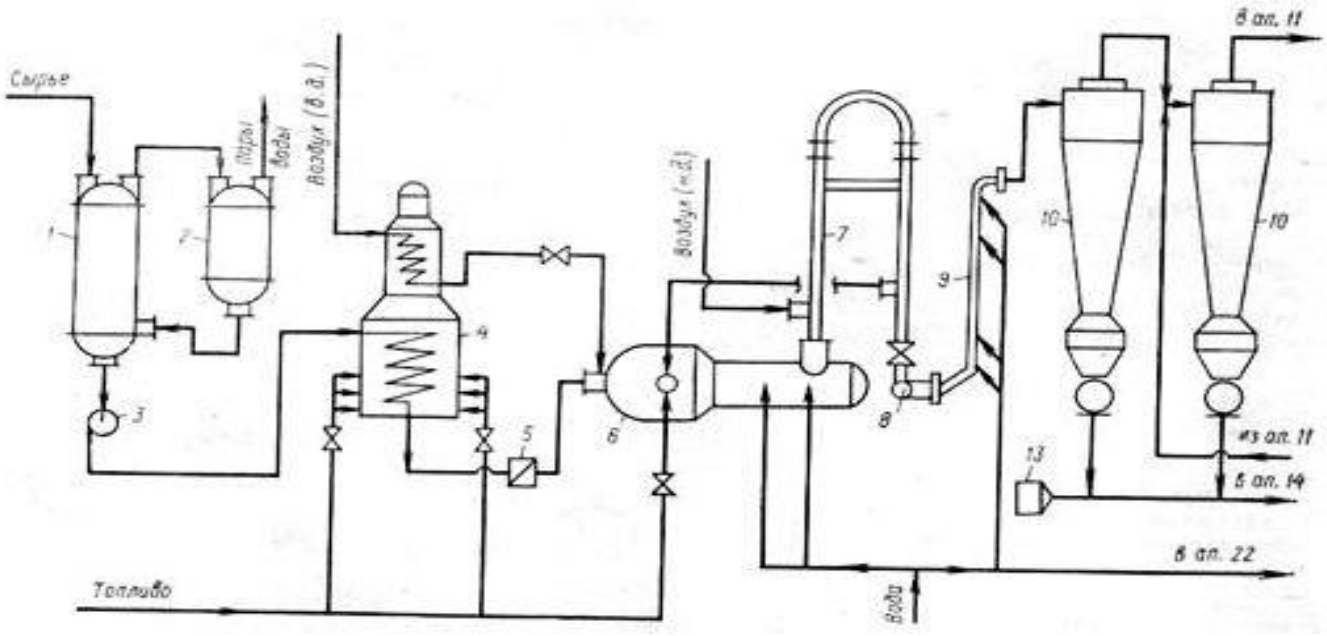
Выход технического углерода в зависимости от качества используемого сырья изменяется в пределах 42-47, 49-54 и 56-60% (масс.) на сырье соответственно для марок ПМ-100, ПМ-75 и ПМ-50.

Помимо технического углерода в процессе образуются отходящие газы, состоящие из 10-16% (об.) оксида углерода, 4-7% (об.) диоксида углерода; 10-14% (об.) водорода; до 0,4% (об.) кислорода; до 1,0% (об.) метана и высших углеводородов и до 69-72% (об.) азота.

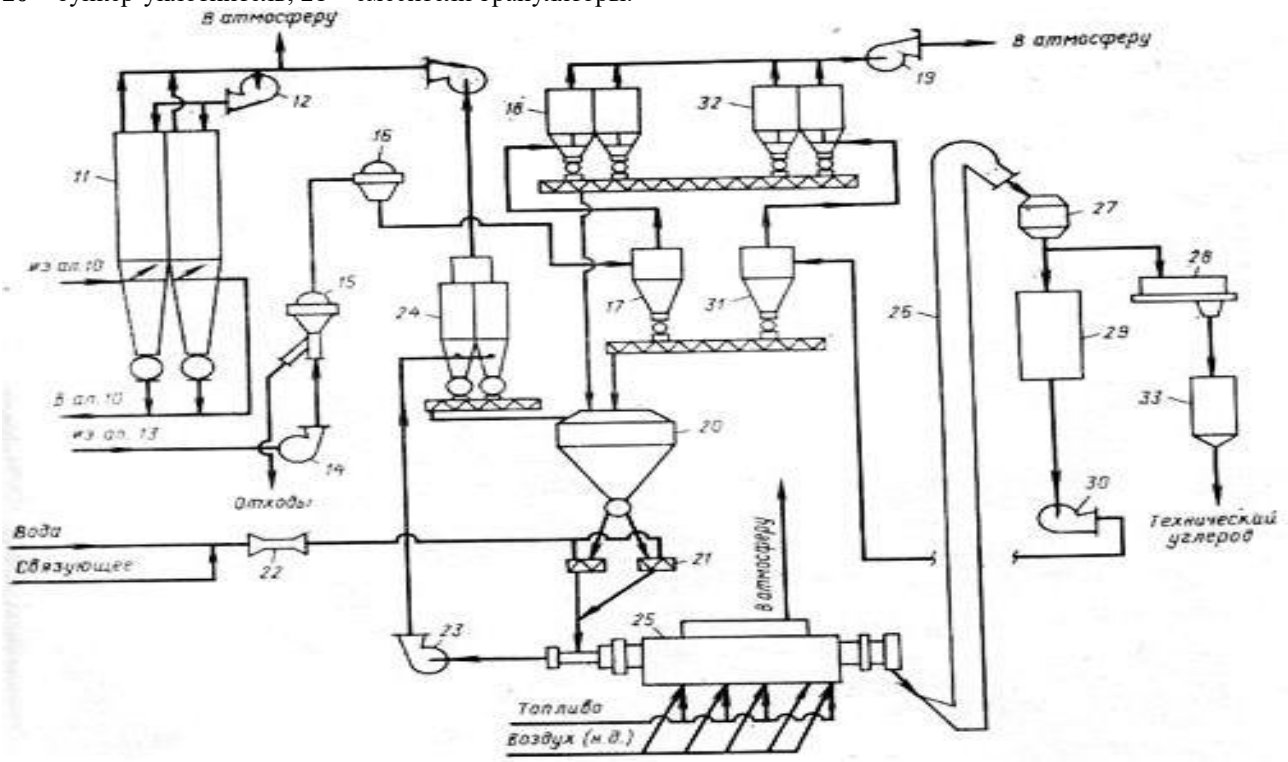
Установка состоит из следующих основных отделений: подготовки сырья, реакторного, улавливания, грануляции, складирования и утилизации отходов. В отделении подготовки сырья происходит прием, хранение, приготовление рабочих смесей, обезвоживание, очистка от механических примесей, нагрев до необходимой температуры и подача присадки в сырье (аппараты: центробежные насосы, паровые нагреватели, влагоиспаритель с пеноотделителем, печь и фильтр). В реакторном отделении происходит разложение сырья в высокотемпературном потоке продуктов сгорания с образованием технического углерода, а также охлаждение сажегазовой смеси (аппараты: реактор, воздухоподогреватель, коллектор, холодильник-ороситель).

В отделении улавливания выделяется технический углерод из газообразных продуктов реакции (аппараты: циклоны, рукавные фильтры, калорифер, вентиляторы). В отделении грануляции происходит очистка технического углерода от посторонних включений, его уплотнение и гранулирование (аппараты: смеситель-гранулятор, сушильный барабан, элеватор, конвейер, сепаратор). Технологическая схема установки представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. Технологическая схема установки получения технического углерода термическим разложением углеводородов



1 – влагоиспаритель; 2 – пеноотделитель; 3 – центробежный насос; 4 – беспламенный подогреватель; 5, 11, 18, 24, 32 – фильтры; 6 – вентиляторы; 13 – калорифер; 15 – инерционный сепаратор; 16 – микроизмельчитель; 20 – бункер-уплотнитель; 21 – смесители-грануляторы.



7 – воздухоподогреватель; 8 – коллектор; 9 – холодильник-ороситель; 10, 17, 31 – циклоны; 12, 14, 19, 23, 30 – циклонный реактор; 22 – смеситель; 25 – сушильный барабан; 26 – элеватор; 27 – весоизмеритель; 28 – ленточный конвейер; 29, 33 – бункеры.

Источник: Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа под редакцией Бондаренко Б.И. Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, М., 2003. 164 с.

Подогретое до 80°С сырье из резервуара центробежным насосом подается в паровой подогреватель, где оно нагревается до 100-120°С. Далее сырье поступает во влагоиспаритель *1*, который соединен с пеноотделителем *2*, сообщающимся с атмосферой. Пары воды удаляются в атмосферу, а увлеченное пеной сырье периодически возвращается во влагоиспаритель. Обезвоженное сырье насосом *3* подается в беспламенный подогреватель *4* и, нагретое до 270-320°С, направляется в фильтр тонкой очистки сырья *5*. Подогретое и очищенное сырье направляется к сырьевым форсункам реактора *6*.

На одном технологическом потоке установлено 8 циклонных реакторов производительностью до 500 кг/ч по сырью, из которых в работе находятся 5-7 реакторов, остальные в резерве или в ремонте.

В настоящее время получили распространение реакторы мощностью до 1500 кг/ч, и в этом случае на потоке устанавливают 3 реактора, 2 из которых функционируют.

Сырье по кольцевому трубопроводу с ответвлениями вводится в каждый реактор, а его избыток возвращается во влагоиспаритель *1*. Для создания рабочей температуры в реактор подают природный газ и предварительно подогретый в воздухоподогревателе *7* воздух на горение. При впрыскивании сырья в высокотемпературный поток продуктов сгорания топлива в результате термического разложения образуется технический углерод (сажа). Процесс сажеобразования длится доли секунды, и для предотвращения вторичных процессов в соответствующую по длине реактора точку (в зависимости от марки получаемого продукта) подается форсунками химически очищенная вода. Охлажденная сажегазовая смесь из реактора *6* через воздухоподогреватель *7* по коллектору *8* (сборник для всех реакторов потока) поступает в холодильник-ороситель *9*. При сушке футеровки или в случае аварийной ситуации газы направляют на установку дожига или в котельную.

Сажегазовая смесь с температурой до 280°С поступает в 4 последовательно установленных циклона *10*, где улавливается до 90-95% (масс.) технического углерода; остальная часть доулавливается в восьмисекционных рукавных фильтрах *11*. Часть очищенных газов вентилятором *12* возвращается в систему фильтров для продувки, а основная масса вентилятором подается на дожиг или в котельную. Технический углерод из бункеров рукавного фильтра *11* через шлюзовые затворы поступает в систему рециркуляционного пневмотранспорта, а затем вентилятором подается во второй циклон. Это осуществляется для предотвращения попадания воздуха в фильтр.

Из циклонов *10* технический углерод вентилятором *14* подается на гранулирование. Пневмотранспорт осуществляется подогретым в калорифере *13* воздухом или отходящим газом производства. В системе пневмотранспорта установлены инерционный сепаратор *15* и микроизмельчитель *16* для очистки технического углерода от посторонних включений и измельчения спекшихся углеродных частиц.

Из системы пневмотранспорта технический углерод улавливается циклонами *17*, а воздух доочищается от остатков частиц углерода в рукавном фильтре *18*. Из фильтра очищенный воздух выбрасывается в атмосферу вентилятором *19*, а технический углерод из аппаратов *17* и *18* через шлюзовые затворы шнековыми транспортерами подается в бункер-уплотнитель *20*, где освобождается от воздуха и уплотняется. Из аппарата *20* через шлюзовый затвор технический углерод поступает в один из двух смесителей-грануляторов *21,* куда одновременно подается вода или связующий раствор, подготовленный в смесителе *22*. В смеситель направляют также подогретую воду и связующее из приемника с помощью дозирующего насоса.

При смешении водного раствора связующего с техническим углеродом образуются влажные гранулы, которые из аппарата *21* направляются во вращающийся сушильный барабан *25,* обогреваемый дымовыми газами. Часть этих газов просасывается из сушильной камеры в барабан, откуда вентилятором *23* направляется в рукавный фильтр *24*, где газы очищаются и далее вентилятором выводятся в атмосферу. Технический углерод из фильтра *24* через шлюзовые затворы и винтовой конвейер поступает в уравнительный бункер-уплотнитель *20*.

Гранулированный продукт из сушильного барабана *25* элеватором *26* направляется на весоизмеритель *27*. Отсюда он транспортируется ленточным конвейером *28* через магнитный сепаратор в бункер *33* надрельсового склада и далее грузится в вагоны-хопперы или развешивается упаковочной машиной в специальные мешки. Некондиционная продукция через бункер *29* вентилятором *30* подается в циклон *31*. Воздух из циклона *31* для очистки от частиц углерода поступает в рукавный фильтр аспирации *32* и вентилятором выводится в атмосферу. Углерод из аппаратов *31* и *32* по винтовым конвейерам возвращается в бункер-уплотнитель *20*.

Технологическое и транспортное оборудование отделения грануляции находится под разрежением. Аспирационный воздух, отсасываемый специальным вентилятором от весоизмерителя, винтовых и ленточного конвейеров, бункеров готовой продукции и некондиционного технического углерода, упаковочного полуавтомата, подается в циклон аспирации и рукавный фильтр. Углерод, уловленный в этих аппаратах, направляется в бункер *20*.

Высокодисперсный технический углерод можно гранулировать сухим методом, т. е. без использования связующего.

I.2. Сырье для производства технического углерода

I.2.1. Типы сырья для производства технического углерода

В настоящее время основой промышленной выработки техуглерода (ТУ) являются многокомпонентные смеси жидких углеводородов. Согласно традиционной технологии получения ТУ используется ***3 основных типа сырья: нефтяной, пиролизный и коксохимический.***

Нефтяным сырьем для получения технического углерода являются углеводородные смеси (композиты) продуктов нефтепереработки (газойль каталитический, смола пиролизная, крекинггазойль, термогазойль, и т. п.), рецептура которых, наряду с условиями технологического процесса, определяет качество конечного продукта. В качестве компонентов реакционной смеси используются различные нефтепродукты, основным является тяжелый газойль каталитического крекинга, представляющий собой смесь углеводородов различного строения (таблица 1).

Таблица 1. Компоненты нефтехимического сырья для производства технического углерода

Сырьё для ТУ	Исходное сырье	Процесс производства
Газойли пиролиза: зеленое масло, масло ПТУ, смолы пиролиза	Газы, бензиновые фракции, газойли	Пиролиз с получением олифинов
Газойлевые фракции каталитического крекинга: крекинг-газойль, декантат, тяжелый каталитический газойль	Керосиновые, газойлевые, вакуумные фракции прямой перегонки нефти, коксования, термического и каталитического крекинга. Деасфальтизаты и экстракты масляного производства	Различные модификации каталитического крекинга
Газойлевые фракции термолиза: термогазойль, термоконцентрат, вакуумный термогазойль, термомасло	Газойли каталитического крекинга и коксования. Дистиллятные экстракты масляного производства	Термический крекинг под давлением
Ароматические концентраты: экстракты вторичных газойлей, экстракты очистки дистиллятных масел	Газойли каталитического крекинга и коксования. Масляные фракции нефти	Экстракция селективными растворителями. Очистка селективными растворителями

Источник: «Инфомайн»

Одним из основных условий получения высокоиндексного технического углерода является постоянство свойств сырья, характерное для продуктов нефтяного происхождения.

Требования к качеству компонентов нефтяного сырья регламентируются ТУ, разработанными производителями, либо контрактными условиями (таблица 2). Под торговым названием «нефтяное сырье для техуглерода» потребителю предлагают тяжелый газойль.

Таблица 2. Нормативные документы, регламентирующие качество компонентов нефтяного сырья для производства техуглерода

Сырьё для ТУ	Нормативный документ	Поставщик
Газойль каталитического крекинга	ТУ 38.301-19-87-97	ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ»
	ТУ 0258-005-48671436-2006	ОАО «ТАИФ-НК» (г. Нижнекамск, Респ. Татарстан)
	ТУ 0252-021-05766534-2003	ОАО «ТАИФ-НК» (г. Нижнекамск, Респ. Татарстан)
Сырье нефтяное тяжелое для производства техуглерода	СТ АО 39334881-007-2009 (марки А и Б)	АО «Павлодарский нефтехимический завод» (Казахстан)
Смола пиролизная тяжелая	ТУ 38.1021256-89	ОАО «Газпром Нефтехим Салават»
	ТУ 2451-051-52470175-2004	ОАО «Сибур-Нефтехим» (г. Дзержинск)
Смола пиролизная тяжелая со смолкой компаунд	ТУ 38.602-01-197-91	ОАО «Ангарский завод полимеров» (г. Ангарск)

Источник: «Инфомайн»

Известные сырьевые композиции для производства техуглерода на основе продуктов коксохимического производства – *антраценовое масло, антраценовая фракция, пековые дистилляты, единое коксохимическое масло* – не всегда отвечают требованиям к постоянству свойств. Продукты хорошо смешиваются друг с другом в широком интервале концентраций, обладают высокой плотностью и индексом корреляции, но бывают малопригодны из-за их низкой агрегативной и термической устойчивости (таблица 3).

Таблица 3. Компоненты коксохимического и композиционного сырья для производства технического углерода

Сырьё для ТУ	Исходное сырье	Процесс производства
Коксохимические продукты		
Антраценовая фракция и масло Хризеновая фракция Пековый дистиллят Сланцевое масло	Смолы высокотемпературного коксования каменных углей и сланцев	Дистилляция каменноугольных и сланцевых смол. Выведение сырого антрацена
Композиционное сырье		
Углеводородные смеси Добавки и присадки	Ароматизированные продукты переработки нефти и угля различного происхождения	Смешение и гомогенизация. Термолиз в отделениях подготовки сырья на заводах технического углерода

Источник: «Инфомайн»

Требования к качеству сырья для производства технического углерода регламентируются ***ГОСТ 11126-88 «Сырье коксохимическое для производства технического углерода. Технические условия».***

Настоящий стандарт распространяется на коксохимическое сырье для производства технического углерода; антраценовую фракцию, антраценовое масло и пековые дистилляты, получаемые при разработке каменноугольной смолы.

По физико-химическим показателям коксохимическое сырье для производства технического углерода должно соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 4.

Таблица 4. Требования к качеству сырья для техуглерода (согласно ГОСТ 11126-88)

Показатель	Норма			
	Антраценовая фракция		Антраценовое масло	Пековые дистилляты
	марка А	марка Б		
Плотность при 20°С, г/см^3, не менее	1,12	1,10	1,10	1,13
Объемная доля воды, %, не более	1,0	1,0	1,0	1,5
Фракционный состав, % (по объему):				
до 210°С, не более	1	1	1	1
до 300°С, не более	20	25	30	не норм.
до 360°С, не менее	не нормируется			35
Массовая доля сырого антрацена, %, не более	20	18	не нормируется	
Осадок при 70°С	не нормируется		отсутствует	не норм.
Коксуемость (коксовое число), %, не более	2,0	1,0	1,5	2,0
Массовая доля иона натрия, %, не более	0,005	0,005	0,005	0,005
Массовая доля иона калия, %, не более	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,02	0,02	0,02	0,02

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

Коксохимическое сырье для производства технического углерода обладает токсичными свойствами. По степени воздействия на организм относится ко 2-му классу опасности. Предельно допустимая концентрация паров продукта в воздухе рабочей зоны по наиболее токсичному компоненту − антрацену составляет 0,1 мг/м^3.

II. Производство технического углерода в странах СНГ в 1995-2021 гг.

II.1. Качество выпускаемой продукции

В СНГ применяются две классификации технического углерода: по ГОСТ 7885-86 и по стандарту американского общества испытания материалов ASTM D1765. В соответствии с классификацией по ГОСТ установлены 10 марок технического углерода. В зависимости от способа получения (печной, канальный, термический) маркам присвоены буквенные индексы «П», «К», «Т». Следующий за буквенным, цифровой индекс характеризует средний размер частиц техуглерода в целых десятках нанометров. Два последних цифровых индекса выбирались при утверждении марки (таблица 12, 13).

Таблица 12. Марки технического углерода (согласно ГОСТ 7885-86)

Марка	Способ получения и характеристики
П 245	Печной, высокоактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с высоким показателем дисперсности и высоким показателем структурности
П 234	Печной, активный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с высоким показателем дисперсности и средним показателем структурности
К 354	Канальный, активный технический углерод, получаемый в диффузионном пламени при термоокислительном разложении природного или попутного газа; с высоким показателем дисперсности и низким показателем структурности
П 324	Печной, активный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с высоким показателем дисперсности и средним показателем структурности
П 514	Печной, среднеактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; со средним показателем дисперсности и средним показателем структурности
П 701	Печной, полуактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении природного газа в чистом виде или с добавками жидкого углеводородного сырья; с низким показателем дисперсности и низким показателем структурности
П 702	Печной, полуактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с низким показателем дисперсности и низким показателем структурности
П 705	Печной, полуактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с низким показателем дисперсности и высоким показателем структурности
П 803	Печной, малоактивный технический углерод, получаемый при термоокислительном разложении жидкого углеводородного сырья; с низким показателем дисперсности и средним показателем структурности
Т 900	Малоактивный технический углерод, получаемый термическим разложением природного газа; с низким показателем дисперсности и низким показателем структурности

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

Таблица 13. Требования к качеству технического углерода (согласно ГОСТ 7885-86)

Показатель	Норма для марки									
	П 245	**П 234**	**К 354**	**П 324**	**П 514**	**П 701**	**П 702**	**П 705**	**П 803**	**Т 900**
Удельная геометрическая поверхность, $м^2/г$	–	–	90-100	75-82	50-57	–	–	–	–	–
Удельная условная поверхность, $м^2/г$	–	–	–	–	–	33-39	35-40	20-26	14-18	12-16
Удельная внешняя поверхность, $м^2/г$	109±4	98±4	–	–	–	–	–	–	–	–
Йодное число, г/кг	121±6	105±6	–	84±6	43±4	–	–	–	–	–
Удельная адсорбционная поверхность, $м^2/г$	109±5	109±5	не бол.150	84±4	–	–	–	–	–	–
Абсорбция дибутил-фталата, $см^3/100$ г	103±5	101±4	–	100±5	101±4	65±5	70±5	110±5	83±7	–
pH водной суспензии	6-8	6-8	3,7-4,5	7-9	6-8	9-11	7-9	7,5-9,5	7-9	–
Массовая доля потерь при 105°С, %, не бол.	0,9	0,9(0,4)	1,5	0,9(0,5)	0,9	0,35	0,5	0,5	0,5	0,4
Зольность, %, не более	0,45	0,45(0,3)	0,05	0,45(0.3)	0,45	0,48	0,50	0,30	0,45	0,15
Массовая доля остатка, %, не более, после просева через сито с сеткой:										
0045	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0.08
05	0,001	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
014	0,02	0,02	0,004	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
Массовая доля общей серы, %, не более	1,1	1,1	–	1,1	1,1	–	1,1	–	–	–
Сопротивление гранул истиранию, %	87-95	87-95	–	87-95	87-95	87-95	87-95	87-95	87-95	–
Массовая доля пыли в гранулированном углероде, %, не более	6	6	–	6	6	5	6	6	6	–
Насыпная плотность гранулированного углерода, $кг/м^3$, в пределах	–	–	–	–	–	–	–	320-400	320-400	–
не менее	330 (310)	340 (320)	–	340 (330)	340	420	400	–	–	–
Светопропускание толуольного экс-тракта, %, не менее	90	90	–	85	85	–	–	–	–	–
Прочность отдельных гранул, Н	–	–	–	–	0,2-0,6	–	–	–	0,2-0,7	–
Сопротивление гранул ТУ разрушению на аппарате ГИТ-1%	82±7	82±7	–	–	75±6	–	–	–	–	–
Массовая прочность гранул ТУ, кг	5-25	5-25	–	–	5-25	–	–	–	–	–
Массовая доля пыли в гранулированном углероде на аппарате ГИТ-1, %, не более	6	6	–	–	6	–	–	–	–	–

Источник: ФГУП «Стандартинформ»

По физико-химическим показателям технический углерод различных марок удовлетворяет требованиям и нормам, представленным в таблице 12. При этом важно отметить, что продукция марок П 245, П 234, К 354, П 324, П 514, П 701 и П 702 изготовляется только в гранулированном виде, марок Т-900 – только в негранулированном, марок П 705 и П 803 – как в гранулированном, так и негранулированном состоянии.

Ориентация российских производителей технического углерода на экспорт определяет необходимость выпуска продукции, отвечающей международному стандарту качества ASTM (таблица 14).

Таблица 14. Требования к качеству технического углерода (согласно международному стандарту ASTM D 1765)

Обозначение по ASTM	Удельная поверхность (по электронному микроскопу), $м^2/г$	Показатель адсорбции дибутилфталата, $см^3/100$ г	Йодное число, г/кг	Красящая сила, %
N-110	143	113	145	120
N-121	137	132	121	121
N-220	117	114	121	115
N-234	120	125	120	121
N-299	107	124	108	113
N-326	93	72	82	110
N-330	80	102	82	102
N-339	96	120	90	110
N-351	75	120	68	100
N-375	105	114	90	114
N-437	89	124	90	101
N-472	94	178	250	87
N-550	41	121	43	59
N-630	35	78	36	62
N-650	39	122	36	57
N-660	36	90	36	57
N-754	22	58	24	49
N-762	23	65	27	47
N-774	27	72	29	50

Источник: Columbian Chemical Company

Таким образом, с целью удовлетворения существующего спроса, как на внешнем, так и на внутреннем рынке, крупнейшие российские предприятия осуществляют выпуск технического углерода, соответствующего не только государственному стандарту (ГОСТ), но и требованиям ASTM. Кроме того, ООО «Омсктехуглерод» с 2001 г. выпускает электропроводный техуглерод марки УМ-76, который используется в качестве наполнителя в производстве резиновых и пластмассовых изделий и был разработан ЗАО «Химпласт» для высокоэлектропроводящих резин. Электропроводные марки технического углерода производятся термоокислительным разложением высоко-ароматизированного сырья и гранулируются мокрым способом (таблица 15).

Таблица 15. Требования к качеству электропроводного техуглерода (согласно ТУ 38 10001-94 изм. 1, 2 и ТУ 38 10002-02)

Показатель	Единица измерения	УМ-66	УМ-76	УМ-85
Удельная внешняя поверхность	$м^2/г$	150-175	160-180	200
Йодное число	г/кг	210-250	290-350	425
Абсорбция дибутилфталата	$см^3$/100 г	90-110	95-115	115
pH водной суспензии	ед. pH	5-8	4,5-7	5,0
Насыпная плотность гранулированного углеродного материала, не менее	$кг/м^3$	300	300	330
Зольность, не более	%	1,0	1,0	0,30
Массовая доля остатка после просева через сито с сеткой:				
-0045	%	0,10	0,10	0,05
-05	%	0,001	0,001	0,0004
Массовая доля потерь при 1050ºС, не более	%	0,9	0,9	0,5
Удельное объемное электрическое сопротивление резин на основе натурального каучука	Омм	0,14	0,10	0,06

Источник: данные предприятия

В таблице 16 приведено описание свойств технического углерода различных марок и областей их применения.

Таблица 16. Описание и области применения различных марок технического углерода

Марка	Описание и применение
N-220	Высокодисперсный усиливающий техуглерод. Обеспечивает высокое сопротивление истиранию и раздиру, относительно низкий модуль. Протекторы шин, восстановление протектора. Высококачественные резинотехнические изделия. Конвейерные ленты высокого класса.
N-326	Высокодисперсный низкоструктурный усиливающий техуглерод. Обеспечивает низкий модуль, высокое удлинение при разрыве, высокое сопротивление раздиру и усталостную прочность. Смеси для изготовления брекера шин, в том числе массивных и для бездорожья. Конвейерные ленты, резинотехнические изделия, уплотнители.
N-330	Высокодисперсный усиливающий техуглерод. Обеспечивает высокий предел прочности при растяжении, хорошее сопротивление истиранию. Брекер и боковины шин. Массивные шины, каркас рукава, конвейерные ленты, резинотехнические изделия.
N-234	Высокодисперсный усиливающий техуглерод с повышенной структурностью. Обеспечивает высокое сопротивление истиранию и высокую степень усиления различных каучуков. Резины, содержащие N-234, имеют высокий модуль и отличаются хорошим, ровным экструдированием сырых смесей. Протекторы легковых шин с высокими эксплуатационными характеристиками, восстановление протектора. Высококачественные резинотехнические изделия и конвейерные ленты.
N-339	Высокодисперсный усиливающий техуглерод с повышенной структурностью. Обеспечивает высокий модуль, улучшенное экструдирование, сопротивление истиранию и гистерезис. Протекторы шин, восстановление протектора. Резинотехнические изделия и конвейерные ленты.
N-375	Высокодисперсный усиливающий техуглерод. Обеспечивает высокую прочность при разрыве и износостойкость. Протекторы шин, восстановление протектора. Резинотехнические изделия и конвейерные ленты.
N-550	Среднедисперсный среднеусиливающий техуглерод. Обеспечивает высокую экструзионную способность, сравнительно высокое сопротивление раздиру. Смеси для изготовления корпуса и камеры шин. Изделия, профилированные экструдированием. Резинотехнические изделия, уплотнители, шланги.
N-650	Среднедисперсный среднеусиливающий техуглерод. Обеспечивает плавное экструдирование. Изделия, профилированные экструдированием. РТИ.
N-660	Среднедисперсный среднеусиливающий низкоструктурный техуглерод. Обеспечивает более высокое разбухание экструдируемого потока, высокую упругость при относительно высоких показателях твердости. Может вводиться в большом количестве. Смеси для изготовления корпуса и камеры шин. Формованные изделия; изделия, изготавливаемые экструзией. Резинотехнические изделия, рукава. Однослойные кровельные системы.